

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-112400

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl.

H04B 7/15
H04H 1/00

(21)Application number : 09-264743

(71)Applicant : JAPAN RADIO CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1997

(72)Inventor : CHIBA NAOKI

KIMURA HIROYUKI

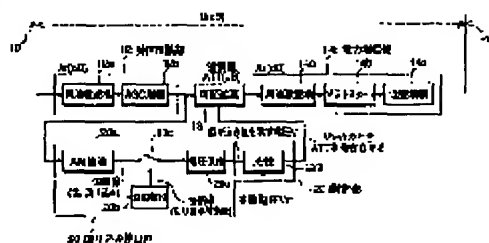
MARUYAMA TAKASHI

(54) RELAY BROADCASTING MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a loop of reception, amplification, transmission, and reception from oscillating by detecting a broadcast wave sneaking from the transmitting antenna to the receiving antenna of a relay broadcasting machine for the broadcast wave of digital data by the orthogonal frequency division multiplex system by making use of null symbols inserted at a specific frequency or the characteristics of the broadcasting system and then adjusting the operation of an amplification system.

SOLUTION: A sneaking wave detection part 20 performs AM detection of the output of a receiving amplification part 12 to detect its envelope, shapes its waveform to remove the sneaking component included in the envelope, and turns on a switch 20c when the level of the envelope after the removal becomes low enough, namely, when it can be considered that a null symbol is received. A voltage holding circuit 20d holds its voltage through the switch. A comparator 22a compares this voltage V with a reference voltage V_r and increases the attenuation quantity ATT(dB) of a variable attenuator 18 when $V > V_r$ holds to suppress the loop gain below 0(dB), thereby preventing the oscillation.



DERWENT-ACC-NO: 1999-319762

DERWENT-WEEK: 199927

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Loop oscillation prevention circuit in relay
broadcast machine - prevents loop oscillation from
returning back to receiving antenna using adjustment operation
of adjustment unit

PATENT-ASSIGNEE: JAPAN RADIO CO LTD[NIUR]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0264743 (September 30, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 11112400 A	April 23, 1999	N/A
H04B 007/15		013

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP 11112400A	N/A	1997JP-0264743
September 30, 1997		

INT-CL (IPC): H04B007/15, H04H001/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11112400A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The degree or characteristic of wrap-around of a broadcast wave from a transmitting antenna (16) to a receiving antenna is detected and an adjustment unit adjusts the operation of an amplifier based on the detection result. Oscillation of a loop to the receiving antenna is prevented by the adjustment operation of the adjustment unit. DETAILED DESCRIPTION - An amplifier receives a broadcast wave transmitted from a broadcasting station or another broadcast relay equipment through a receiving antenna (10), which amplifies and transmits it to other broadcast relay equipment or a user apparatus through a transmitting antenna (16). The loop is formed through the amplifier, variable attenuator (18), power amplifier (14), transmitting antenna and wireless propagation path.

USE - In relay broadcast machine.

ADVANTAGE - Enables relay broadcast of identical frequency from transmitting antenna to receiving antenna. Reduces labor of installation place examination during equipment installation. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is a block diagram showing structure of broadcast relay equipment. (10) Receiving antenna; (14) Power amplifier; (16) Transmitting antenna; (18) Attenuator.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/17

TITLE-TERMS: LOOP OSCILLATING PREVENT CIRCUIT RELAY BROADCAST MACHINE
PREVENT
LOOP OSCILLATING RETURN BACK RECEIVE ANTENNA ADJUST OPERATE
ADJUST
UNIT

DERWENT-CLASS: W02

EPI-CODES: W02-C03B; W02-D;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-239976

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-112400

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 7/15

H 0 4 B 7/15

Z

H 0 4 H 1/00

H 0 4 H 1/00

U

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願平9-264743

(22) 出願日

平成9年(1997) 9月30日

(71) 出願人 000004330

日本無線株式会社

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号

(72) 発明者 千葉 直紀

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

(72) 発明者 木村 浩之

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

(72) 発明者 丸山 高志

東京都三鷹市下連雀5丁目1番1号 日本無線株式会社内

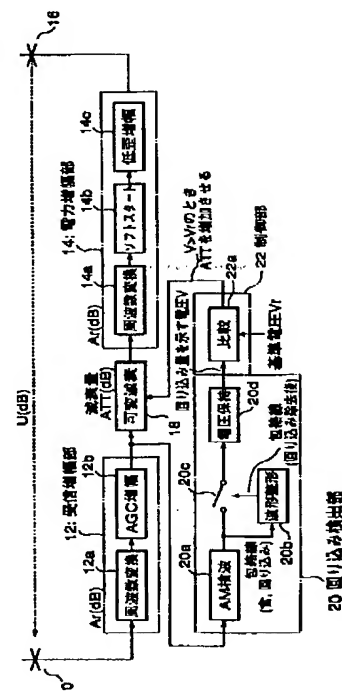
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 中継放送機

(57) 【要約】

【課題】 送信空中線から受信空中線への回り込みを減らすことで同一周波数による中継放送を可能にし、中継放送機設置時の設置場所検討や環境調査の労力を減らす。

【解決手段】 送信空中線16から受信空中線10への回り込みを検出する。その結果に応じ、受信空中線10から受信増幅部12、可変減衰器18、電力増幅部14、送信空中線16、無線伝搬路を経て受信空中線10に戻るループのループ利得を抑制し、発振を防ぐ。あるいは、電力増幅部14の出力を受信増幅部12の入力に帰還する帰還回路を設け、この帰還回路の特性を調整することによって回り込みに係る成分を補償する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルデータを、直交周波数分割多重方式に従い複数の副搬送波が多重される放送波にて搬送し、利用者に提供する放送システムにて用いられる中継放送機であって、

放送局又は他の中継放送機から送信された放送波をその受信空中線にて受信し、受信した放送波を増幅し、増幅した放送波をその送信空中線から他の中継放送機又は利用者装置に送信する増幅系統と、

上記送信空中線から上記受信空中線への放送波の回り込みの程度乃至性状を、所定頻度で挿入されているヌルシンボル又は上記直交周波数分割多重方式の特質を利用して検出し、その結果に基づき上記増幅系統の動作を調整する調整手段とを備え、

上記受信空中線から上記増幅系統、上記送信空中線及び無線伝搬路を経て上記受信空中線に至るループの発振を、上記調整によって防止することを特徴とする中継放送機。

【請求項2】 請求項1記載の中継放送機において、上記増幅系統が、その減衰量を可変調整可能な可変減衰器又はその利得を可変調整可能な可変利得増幅器を備え、

上記調整手段が、上記ヌルシンボルを受信している期間における放送波の受信信号強度を上記回り込みに係る信号強度として検出し、検出した信号強度が所定レベルを上回ったときに上記可変減衰器の減衰量を増加させ又は上記可変利得増幅器の利得を低減させることにより、上記ループのループ利得を0 (dB) 未満に抑えることを特徴とする中継放送機。

【請求項3】 請求項1記載の中継放送機において、上記増幅系統が、その送信空中線から送信すべき放送波の一部を送信空中線前段から分岐して、受信空中線にて受信された放送波と共に当該増幅系統に入力する帰還回路を備え、

上記調整手段が、上記ヌルシンボルを受信している期間において有意な強度の信号を受信したとき、上記ヌルシンボルを受信し始めてからその信号の受信までに経過した時間及びその信号の強度を、上記無線伝搬路にて生じる信号遅延時間及び回り込んだ信号の強度として検出し、検出した信号遅延時間及び信号強度に応じて、上記帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは減衰量を調整することにより、回り込んだ信号を補償することを特徴とする中継放送機。

【請求項4】 請求項3記載の中継放送機において、上記増幅系統が、所定の信号遅延時間を有する遅延回路を備え、

上記調整手段が、上記無線伝搬路にて生じる信号遅延時間を、検出した信号遅延時間から上記遅延回路における信号遅延時間を減ずることにより推定し、推定した信号遅延時間に基づき信号遅延時間に関する調整開始点を設

定した上で、上記帰還回路における信号遅延時間、利得若しくは減衰量及び移相量を、漸増乃至漸減調整することを特徴とする中継放送機。

【請求項5】 請求項1記載の中継放送機において、上記増幅系統が、その送信空中線から送信すべき放送波の一部を送信空中線前段から分岐して、受信空中線にて受信された放送波と共に当該増幅系統に入力する帰還回路を備え、

上記調整手段が、上記ヌルシンボルを受信し始める時点近傍で受信した放送波と上記ヌルシンボルを受信している期間において受信した信号との相関を検出し、この相関がピークを示した複数のタイミングの間隔を上記無線伝搬路にて生じた信号遅延時間として、またこの複数のタイミングそれぞれにて受信した信号の強度が時間経過に伴い低下していく比率を上記無線伝搬路における信号減衰率としてそれぞれ検出し、検出した信号遅延時間及び信号減衰率に応じて、上記帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは減衰量を調整することにより、回り込んだ信号を補償することを特徴とする中継放送機。

【請求項6】 請求項5記載の中継放送機において、上記増幅系統が、所定の信号遅延時間を有する遅延回路を備え、

上記調整手段が、上記無線伝搬路にて生じる信号遅延時間を、検出した信号遅延時間から上記遅延回路における信号遅延時間を減ずることにより推定し、推定した信号遅延時間に基づき上記帰還回路における信号遅延時間を調整設定する一方で、上記帰還回路における利得若しくは減衰量及び移相量を、漸増乃至漸減調整することを特徴とする中継放送機。

【請求項7】 請求項1記載の中継放送機において、上記増幅系統が、その送信空中線から送信すべき放送波の一部を送信空中線前段から分岐して、受信空中線にて受信された放送波と共に当該増幅系統に入力する帰還回路を備え、

上記調整手段が、受信した放送波のスペクトラム分布に現れている信号強度変化の規則性を検出し、検出の結果に基づき上記無線伝搬路にて生じる信号遅延時間及び上記無線伝搬路における信号減衰率を推定し、推定した信号遅延時間及び信号減衰率に応じて、上記帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは減衰量を調整することにより、回り込んだ信号を補償することを特徴とする中継放送機。

【請求項8】 請求項7記載の中継放送機において、上記調整手段が、推定した信号遅延時間に基づき上記帰還回路における信号遅延時間を調整設定する一方で、上記帰還回路における利得若しくは減衰量及び移相量を、漸増乃至漸減調整することを特徴とする中継放送機。

【請求項9】 請求項1乃至8記載の中継放送機において、上記増幅系統が、増幅に伴って生じた歪成分をフィード

フォワードして補償する一方で送信される放送波中の伝送帯域外成分のレベルに応じて上記補償に係る利得及び／又は移相量を調整する低歪電力増幅器を備えることを特徴とする中継放送機。

【請求項10】 請求項9記載の中継放送機において、上記増幅系統が、電源投入又は使用開始の後徐々に、上記低歪電力増幅器への入力レベルを増加させていくソフトスタート回路を備えることを特徴とする中継放送機。

【請求項11】 請求項1乃至10記載の中継放送機において、

上記増幅系統が、上記ヌルシンボルの到来と同時にヌルシンボルを挿入することを特徴とする中継放送機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、受信した放送波を増幅して送信するブースタ型の中継放送機に関する。

【0002】

【従来の技術及びその問題点】直交周波数分割多重(Orthogonal Frequency Division Multiplex: OFDM)方式は、図16に示すように互いに直交関係にある複数の副搬送波を用いる多重方式であり、副搬送波同士でその周波数成分が互いに重なり合うため、周波数利用効率が高いという利点を有している。この方式を採用することにより、電波資源の有効利用と両立させながら、単一の主搬送波を用いたネットワーク即ち単一周波数ネットワーク(SFN: Single Frequency Network)を実現することができる。そのため、日本をはじめとして、OFDM方式を用いた次世代デジタル地上波放送システムが構想乃至開発されている。

【0003】このような放送システムを実現するため、放送局又は他の中継放送機から送信された放送波を受信及び増幅し、他の中継放送機又は利用者装置に送信するブースタ型の中継放送機が検討されている。ブースタ型の中継放送機は、一般に、図17に示されるような装置構成を有している。この図の装置は、放送波を受信するための受信空中線10、受信空中線10によって受信された放送波を周波数変換及び増幅するための受信増幅部12、受信増幅部12にて増幅された放送波を更に電力増幅及び周波数変換する電力増幅部14、並びに電力増幅された放送波を送信するための送信空中線16を備えている。このような構成の中継放送機において問題となるのは、送信空中線16から送信された放送波の一部が同じ中継放送機の受信空中線10によって受信される現象、即ち回り込み現象が生ずることである。この回り込みによって、受信空中線10から受信増幅部12、電力増幅部14、送信空中線16及び無線伝搬路を経て受信空中線10に戻るループが構成されてしまい、このループは、次の式

【数1】

$$G(dB) = A_r(dB) + A_p(dB) - U(dB) \quad 50$$

ただし A_r : 受信増幅部12の利得

A_p (dB) : 電力増幅部14の利得

U (dB) : 回り込みに係る減衰量

にて与えられるループ利得 G (dB) が 0 (dB) を上回ったときに、発振してしまう。一旦発振が生じてしまうと正常な中継放送が行えなくなるため、中継放送機を設けるに際しては、送信空中線16と受信空中線10の結合度を適宜設定したりあるいは中継放送機の設置場所周辺の環境について詳細な調査を行う必要があるため、設置に際して多大な労力を要することになってしまう。

【0004】

【発明の概要】本発明の目的の一つは、受信した放送波を同一周波数で再輻射する無線中継放送機等において、回り込みの影響を抑え発振が生じないようにすることにより、設置場所の検討や設置環境の調査その他に要する労力を低減することにある。また、本発明の目的の一つは、次世代放送システムとして構想されているOFDM方式を用いたデジタル地上波放送システムの特質を利用して、上述の目的を達成することにある。即ち、本発明は、所定頻度でヌルシンボルが挿入されているデジタルデータを、OFDM方式に従い複数の副搬送波が多重される放送波にて搬送し、利用者に提供する放送システムを前提としている。更に、本発明は、ブースタ型の中継放送機、即ち、放送局又は他の中継放送機から送信された放送波をその受信空中線にて受信し、受信した放送波を増幅し、増幅した放送波をその送信空中線から他の中継放送機又は利用者装置に送信する増幅系統を備えた中継放送機を、前提としている。

【0005】本発明の特徴の一つは、送信空中線から受信空中線への放送波の回り込みの程度乃至性状を、所定頻度で挿入されているヌルシンボル又はOFDM方式の特質を利用して検出し、その結果に基づき増幅系統の動作を調整する調整手段を備えることにある。本発明においては、このような調整手段を設けることによって、受信空中線から増幅系統、送信空中線及び無線伝搬路を経て受信空中線に至るループの発振を、好適に防止し、中継放送機の設置場所の検討やその設置環境の調査に要する労力を低減することを可能としている。

【0006】本発明は、さまざまな形態にて実現することができる。例えば、中継放送機を構成する増幅系統に、その減衰量を可変調整可能な可変減衰器又はその利得を可変調整可能な可変利得増幅器を設けた場合には、受信空中線から増幅系統、送信空中線及び無線伝搬路を経て受信空中線に至るループのループ利得を、 0 (dB) 未満に抑えることによって、このループの発振を防止する、という形態を採ることができる。この場合、調整手段は、ヌルシンボルを受信している期間における放送波の受信信号強度を回り込みに係る信号強度として検出し、検出した信号強度が所定レベルを上回ったときに、可変減衰器の減衰量を増加させ又は可変利得増幅器

の利得を低減させることにより、ループ利得を0 (dB) 未満に抑え込む。言い換えれば、ヌルシンボルを受信している期間においては、放送波の受信強度が低下するはずであるから、ヌルシンボルを受信している期間において有意なレベルの信号を受信したときには、その信号は回り込みによって生じているものと見なすことができ、その信号の強度に応じて可変減衰器の減衰量又は可変利得増幅器の利得を調整すれば、上述のごとく発振を防止することが可能である。

【0007】また、送信空中線から送信すべき放送波の一部を送信空中線前段から分岐し、受信空中線にて受信された放送波と共に増幅系統に入力する帰還回路を、増幅系統に付設するとよい。この帰還回路の特性、例えば信号遅延時間、利得若しくは減衰量、移相量といった特性を上記の調整手段にて調整すれば、受信した放送波中の回り込みに係る成分を補償できるため、受信空中線から増幅系統、送信空中線及び無線伝搬路を経て受信空中線に至るループの発振を防止することができる。また、このように帰還回路を利用して発振を防止する構成は、遅延波を利用するのか、多重遅延波を利用するのか、それともスペクトラム分析を行うのかにより、大きく分けて3種類の構成に分類できる。

【0008】まず、遅延波を利用する構成においては、調整手段は、ヌルシンボルを受信している期間において有意な強度の信号を受信したとき、ヌルシンボルを受信し始めてからその信号の受信までに経過した時間及びその信号の強度を、上記ループにて生じる信号遅延時間及び回り込んだ信号の強度として検出し、検出した信号遅延時間及び信号強度に応じて、帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは減衰量を調整する。このような調整を行うことにより、受信空中線から増幅系統に入力される信号のうち回り込みに係る成分を、補償することができる。即ち、送信空中線から受信空中線へと、回り込むためには時間が必要であるから（無線伝搬路における信号遅延）、放送波の受信信号強度が低下するヌルシンボル受信期間中に当該ヌルシンボル受信期間の開始直後においては、受信出力の監視によりこの回り込み成分（遅延波）を検出することができ、この検出の結果を利用して帰還回路の特性を調整すれば、回り込みに係る信号を補償することができる。

【0009】また、多重遅延波を利用する構成においては、調整手段は、ヌルシンボルを受信し始める時点近傍で受信した放送波とヌルシンボルを受信している期間において受信した信号との相関を検出し、この相関がピークを示した複数のタイミングの間隔を上記ループにて生じた信号遅延時間として、またこの複数のタイミングそれぞれにて受信した信号の強度が時間経過に伴い低下していく比率を上記ループにおける信号減衰率としてそれぞれ検出し、検出した信号遅延時間及び信号減衰率に応じて、帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは

減衰量を調整する。このような調整を行うことにより、やはり、受信空中線から増幅系統に入力される信号のうち、回り込みによって生じた成分を補償することができる。即ち、送信空中線から受信空中線へと回り込んだ信号は、増幅系統を経て再度送信空中線から受信空中線に回り込む、というように繰り返して回り込み、その結果送信空中線から受信空中線に至る無線伝搬路での信号遅延を繰り返して受けている（多重遅延）。従って、ヌルシンボル受信期間全体に亘って、ヌルシンボル受信期間開始近傍での受信信号との相関のピークやそのタイミングにおける信号の強度の低下比率を検出することにより、送信空中線から受信空中線に至る無線伝搬路における信号遅延時間やこの無線伝搬路における信号減衰率を直接又は間接的に知ることができ、従って、上述のように回り込みに係る信号を補償することができる。

【0010】更に、これら遅延波を用いる構成及び多重遅延波を用いる構成のいずれにおいても、所定の信号遅延時間を有する遅延回路を増幅系統に挿入するのが好ましい。そのようにすれば、送信空中線から受信空中線に至る無線伝搬路にて生じる信号遅延時間が比較的短いにもかかわらず、調整手段における信号遅延時間等の検出の処理を正確にかつ余裕を持って実行することが可能になる。更に、これら遅延波を利用する構成及び多重遅延波を利用する構成のいずれにおいても、帰還回路の特性を、任意の調整開始時点から漸増乃至漸減調整するようにするのが好ましい。その際に、特に、多重遅延波を利用する構成においては、相関ピークの検出によって無線伝搬路における信号遅延時間が比較的正確に判明することとなるから、帰還回路における信号遅延時間については上述の漸増／漸減調整は特に必要でなく、その点で、帰還回路の制御に係る処理が簡素になり、短時間化する。

【0011】そして、送信空中線から送信している送信波の一部を受信空中線にて受信された放送波と共に増幅系統に入力するための帰還回路を備える構成には、ヌルシンボルを利用する構成以外に、OFDM方式のスペクトラム分布を利用する構成がある。この構成においては、調整手段は、受信した放送波のスペクトラム分布に現れている信号強度変化の規則性を検出し、検出の結果に基づき、送信空中線から受信空中線に至る無線伝搬路にて生じる信号遅延時間及びこの無線伝搬路における信号減衰率を推定し、推定した信号遅延時間及び信号減衰率に応じて、帰還回路における信号遅延時間及び利得若しくは減衰量を調整する。このような調整を行うことにより、受信空中線から増幅系統に入力される信号中の回り込みによる成分を補償することができる。即ち、回り込みが生じている場合、受信した放送波のスペクトラム分布は一様でなくなり、無線伝搬路での信号遅延時間にて定まる周波数間隔を周期とした規則的な信号強度変化乃至分布が現れる。従って、この信号強度変化の規則性

7

に着目することにより、無線伝搬路における信号遅延時間や信号減衰率を知ることができ、従って上述のような調整が可能になる。なお、この構成においても、帰還回路における利得若しくは減衰量及び移相量を、漸増乃至漸減調整するようにするのが好ましい。また、この構成においても、無線伝搬路における信号遅延時間を比較的正確に知ることができるため、帰還回路における信号遅延時間については漸増/漸減調整は特に必要でない。

【0012】そして、本発明を実現するに際しては、増幅系統特にその電力増幅器としてフィードフォワード型の低歪電力増幅器を用いるのが好ましい。この低歪電力増幅器は、増幅に伴って生じた歪成分をフィードフォワードして補償する一方で、送信される放送波中の伝送帯域外成分のレベルに応じてこの補償に係る利得及び/移相量を調整する機能を有しており、増幅系統を構成する部品の特性が温度（より一般には環境）の変化等により変化したとしても、送信に係る放送波中の歪成分を増加させないという特質を有している。このような低歪電力増幅器を用いることにより、上述の回り込み抑圧乃至補償制御を、より好適に行うことが可能になり、中継放送機の動作が安定化する。特に、電源投入又は使用開始の後徐々に低歪電力増幅器への入力レベルを増加させていくソフトスタート回路を設けることにより、上述の安定性は更に高まる。

【0013】加えて、ヌルシンボルの到来と同時に信号の再構成及びヌルシンボルの挿入を行うようにすれば、送信空中線から受信空中線への回り込みを更に抑えることが可能になると共に、送信した放送波を受信する他の中継放送機が、回り込みによって生じた成分の影響を受けるおそれが小さくなる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。なお、図16及び図17に示した従来技術と同一又は対応する部材には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0015】図1に、本発明の第1実施形態に係る中継放送機の構成を示す。この中継放送機は、所定頻度でヌルシンボルが挿入されているデジタルデータを、OFDM方式に従い複数の副搬送波が多重される放送波にて搬送し、利用者に提供する放送システムにおいて、好適に用いることができる。ただし、ヌルシンボルが伝送される放送システムであれば、多種のシステムにおいても用いることができる。

【0016】この中継放送機は、ブースタ型の中継放送機であり、受信空中線10と送信空中線16の間に増幅系統を備えている。この増幅系統は、受信増幅部12、可変減衰器18及び電力増幅部14から構成されている。受信増幅部12は、受信空中線10からの信号を無線周波数から中間周波数に周波数変換する周波数変換部12aや、中間周波数に変換された受信放送波を増幅す

8

る自動利得制御（AGC）型の増幅器12bを有している。また、電力増幅部14は、受信増幅部12から可変減衰器18を介して供給される受信放送波を中間周波数から受信時と同じ無線周波数に変換する周波数変換部14aや、電源投入時又は使用開始時に後段の低歪増幅器14cへの入力レベルを徐々に増加させていくソフトスタート回路14bや、フィードフォワード型の低歪増幅器14cから構成されている。

【0017】ソフトスタート回路14b及び低歪増幅器14cは、具体的には図2に示されるような構成を有している。この図に示されるように、低歪増幅器14cは、ソフトスタート回路14bを介して周波数変換部14aから供給される放送波を増幅する主増幅器14c1を有しており、主増幅器14c1によって増幅された放送波は方向性結合器14c2、合成部14c3及び方向性結合器14c4を介して送信空中線16に供給される。方向性結合器14c2は、主増幅器14c1にて増幅された放送波の一部を歪抽出部14c5に供給している。歪抽出部14c5は、主増幅器14c1に輸入される放送波と方向性結合器14c2から供給される放送波との比較によって、主増幅器14c1にて発生した歪成分を抽出し、歪補償増幅器14c6はこの歪成分を増幅して合成部14c3に供給する。合成部14c3は、方向性結合器14c2を介して主増幅器14c1から供給される増幅された放送波中の歪成分を、歪補償増幅器14c6において同程度のレベルまで増幅された歪成分を利用して、逆相合成等の方法により補償する。更に、合成部14c3にて歪成分が補償された放送波の一部は、方向性結合器14c4を介して受信部14c7に供給され、受信部14c7はこの放送波中の伝送帯域外成分、例えば不要輻射成分を受信し、制御部14c8は、この不要輻射成分のレベル等に応じて歪み補償増幅器14c6における増幅利得や位相調整量を制御する。このような構成によって、温度その他の変動に対して安定なフィードフォワード型の低歪増幅器14cを実現することができる。

【0018】また、ソフトスタート回路14bは、周波数変換部14aと主増幅器14c1との間に介在する可変減衰器14b1を有している。また、ソフトスタート回路14bは、周波数変換部14aから供給される放送波をAM検波することによりその包絡線を検出するAM検波器14b2も有しており、更にその後段のヌルシンボル検出器14b3は、AM検波器14b2の出力中に周期的に0となるヌルシンボルが現れているかどうかを判別する。現れているときには、ヌルシンボル検出器14b3は所定の電圧を出力し、そうでないときにはその出力電圧を0とする。ヌルシンボル検出器14b3の後段には、抵抗R、コンデンサC及びダイオードDから構成される積分回路が設けられており、この積分回路によって積分された電圧は可変減衰器14b1にその減衰量

の制御電圧として供給される。即ち、電源投入や使用開始に伴ってマルチンボルの周期的な到来を検出できる状態になったときには、マルチンボル検出器 14b3 の出力が 0 から所定値へと変化するため、積分回路における積分値は徐々に増加していき、この増加に応じて可変減衰器 14b1 における減衰量が低下していくため、主増幅器 14c1 への入力レベルは徐々に増加していくことになる。このようなソフトスタート回路 14b を設けることによって、低歪増幅器 14c における歪補償増幅器 14c6 の利得・位相調整動作を、過渡的にはあれ大きな歪成分を発生させることなく実行することが可能になると共に、後述する回り込み抑圧（又は補償）のための調整処理を好適に行うことが可能になる。更に、万一中継放送機に発振が生じたときでも、このソフトスタート回路 14b を起動させることにより、発振状態から脱することができる。

【0019】図 1 に示す中継放送機は、更に、回り込み検出部 20 及び制御部 22 を備えている。回り込み検出部 20 は、受信増幅部 12 の出力を AM 検波することによりその包絡線を検出する AM 検波器 20a を有しており、AM 検波器 20a の後段には波形整形器 20b 及びスイッチ 20c が設けられている。波形整形器 20b は、AM 検波器 20a によって検出された包絡線の波形を整形することにより、AM 検波器 20a から出力される包絡線に含まれている回り込みを除去し、回り込みを除去した後の包絡線に従いスイッチ 20c を制御する。スイッチ 20c は、AM 検波器 20a と電圧保持回路 20d の間に設けられており、波形整形器 20b にて回り込みが除去された包絡線即ち波形が整形された包絡線のレベルが十分低くなったとき、即ちマルチンボルを受信していると見なせるときにオンする。電圧保持回路 20d は、スイッチ 20c を介して AM 検波器 20a から供給される包絡線のレベルを示す電圧を、所定期間に亘って保持する。即ち、電圧保持回路 20d は、回り込みに係る信号のレベルを示す電圧を保持する。制御部 22 は、電圧保持回路 20d によって保持されている電圧 V を、外部から与えられる基準電圧 V_r と比較する比較器 22a を有している。比較器 22a は、 $V > V_r$ が成立しているとき、可変減衰器 18 の減衰量 ATT (dB) を増加させる。

【0020】従って、本実施形態においては、有意なレベルを有する回り込みを検出したときに、受信空中線 10 から受信増幅部 12、可変減衰器 18、電力増幅部 14、送信空中線 16 及び無線伝搬路を経て受信空中線 10 に戻るループのループ利得

【数 2】 G (dB) = A_r (dB) - ATT (dB) + A_p (dB) - U (dB)

を減少させる処理が実行される。従って、このループ利得 G (dB) を 0 (dB) 未満に抑えることが可能になり、その発振を防止することができるため、中継増幅器

の設置場所やその周辺環境の検討乃至調査に係る労力が不要となり、低コストでの実施が可能になる。これによって、同一無線周波数での中継が実質上可能になるため、放送波の伝送回線を別途設ける必要もなくなり、経済的な次世代地上波放送ネットワークを構築することが可能になる。

【0021】なお、この実施形態においては、受信増幅部 12 と電力増幅部 14 の間に可変減衰器 18 を設けるようにしていたが、可変減衰器 18 を用いずとも、ループ利得 G (dB) を抑える処理は実行可能である。例えば、図 3 に示されるように、可変減衰器 18 に代えて可変利得増幅器 24 を設け、回り込み検出時にその利得を低減させるようにしてもよい。あるいは、図 4 に示されるように受信増幅部 12 の利得を可変制御するようにしてもよいし、図 5 に示されるように電力増幅部 14 の利得を可変制御するようにしてもよい。

【0022】図 6 に、本発明の第 2 実施形態に係る中継放送機の構成を示す。この実施形態においては、ループ利得 G (dB) を 0 (dB) 未満に抑えるという着想ではなく、電力増幅部 14 の出力を受信増幅部 12 の入力側に帰還する帰還回路（例えばバンドパスフィルタ）26 を設け、この帰還回路 26 の特性、例えば利得若しくは減衰量、位相、遅延時間 τ を調整することによって、受信空中線 10 から受信増幅部 12 に入力される信号中の放送波中の回り込みに係る成分を補償する、という着想を採用している。更に、調整のために必要な情報を確実かつ容易に得ることができるよう、受信増幅部 12 と電力増幅部 14 の間に遅延回路 28 を設けている。

【0023】本実施形態における回り込み検出部 20 は、マルチンボルの前縁を検出するマルチンボル前縁検出部 20f を有している。ここでいうマルチンボルの前縁とは、図 7 に示されているように、マルチンボル受信期間の開始時点を用いる。また、回り込み検出部 20 は、マルチンボル前縁検出部 20f によって検出された前縁から $\tau_0 + \tau_1 + \tau$ が経過した時点で受信増幅部 12 の出力のサンプリングを開始しさらに $\Delta \tau$ だけ経過した時点でサンプリングを終える遅延波サンプリング部 20e を有している。ここでいう τ_0 は受信増幅部 12 や電力増幅部 14 によって生ずる遅延時間であり、 τ_1 は後述の遅延回路 28 によって生ずる遅延時間であり、従って遅延回路 28 の設計次第では τ_0 を無視することもできる。更に、 τ は帰還回路 26 における遅延時間であり、 $\Delta \tau$ は $\tau_0 + \tau_1 + \tau$ に対して十分小さな所定の時間である。

【0024】遅延波サンプリング部 20e の後段に設けられている AM 検波器 20g は、遅延波サンプリング部 20e において得られたサンプル値を AM 検波し、その結果得られる値すなわち遅延波のレベルを示す信号を制御部 22 に供給する。制御部 22 は、これに基づき帰還回路 26 の特性を制御することによって、受信空中線 1

11

0から受信増幅部12に供給される信号中の回り込みによる成分を補償する。即ち、送信空中線16から受信空中線10に至る無線伝搬路での信号遅延時間 τ 2に一致するよう、遅延時間 τ を制御し、回り込みのレベルと一致するレベルの出力が得られるよう、帰還回路26の利得(若しくは減衰量)を制御し、回り込みの位相と逆相になるよう、帰還回路26の位相特性(移相量)を制御する。

【0025】図8に、制御部22の動作の手順を示す。この図に示すように、制御部22は、まず帰還回路26の利得(若しくは減衰量)、位相特性及び遅延時間 τ を初期設定する(100)。制御部22は、回り込み検出部20の出力を入力すると共に、変数Nを0に初期化し(102)、しかる後に、帰還回路26の位相特性を調整する手順(104~112)を実行する。即ち、帰還回路26における移相量を所定値 $\Delta\phi$ ずつ漸増させていき(104)、回り込み検出部20によって検出される遅延波のレベル即ち回り込み量がこの位相漸増調整によっても低下しなかったときには変数Nを1インクリメントさせた上で(108)ステップ104を再度実行する。この位相漸増調整の結果回り込み量が低下したときや(106)、ステップ104をP回以上繰り返しても低下がみられなかったときには(110)、ステップ114~122にて構成される利得調整手順に移行する。ただし、ステップ110からこの手順に移行する際には、Nを0に初期化する(112)。

【0026】ステップ114~122にて構成されている手順がステップ104~112にて構成されている位相漸増調整手順と異なっている点は、漸増調整の対象が位相特性ではなく利得(若しくは減衰量)であり漸増の際に加算される所定値が ΔA である点のみである。同様に、この利得漸増調整手順実行後に実行される手順即ちステップ124~132にて構成される手順は、漸増調整の対象が帰還回路26における遅延時間 τ であり、漸増調整の際に使用される所定値が $\Delta\tau$ である点のみで、前述の手順と相違している。そこで、ここでは、ステップ114~132に関してはその詳細な説明を省略する。これらの手順が実行された後実行されるステップ134においては、回り込み検出部20の出力が所定の基準値を下回ったか否かが判定される。下回っている間は、制御部22は現在の制御状態を維持し続け、そうでなくなった場合には前述のステップ102から動作を繰り返す。なお、漸増ではなく漸減調整を行ってもよい。

【0027】図9に、本発明の第3実施形態に係る中継放送機、特にその回り込み検出部20の内部構成を示す。この実施形態における回り込み検出部20は、マルチンボルの前縁を検出するマルチンボル前縁検出器20fのほか、記憶部20h及び相関演算部20iを備えている。記憶部20hは、マルチンボルの前縁 $\pm\Delta t$ (Δt :所定の微小時間)の範囲について、受信増幅部12

12

の出力を記憶する。相関演算部20iは、マルチンボルを受信している期間即ち図10においても0にて表されている期間全体に亘り、マルチンボル受信期間中の相関演算対象を Δt ずつ徐々にずらしながら、記憶部20hに記憶されている信号との相関を求める。従って、相関演算部20iにおいては、分解能 Δt にて、 $t0/\Delta t$ とおりの相関値が得られることになる。

【0028】ここに、マルチンボル受信期間においては、その前縁が到来した後 $\tau0+\tau1+\tau2$ 間隔で、繰り返し、回り込みが現れうる(多重遅延波)。従って、相関演算部20iにて計算される相関値においても、このタイミングにおいてピークが現れる。そこで、制御部22は、相関ピークのタイミングを利用して $\tau0+\tau1+\tau2$ を検出し既知の値であるところの $\tau0+\tau1$ を検出した $\tau0+\tau1+\tau2$ から減ずることにより $\tau2$ を検出し、検出した $\tau2$ に一致するよう帰還回路26の遅延時間 τ を制御する。また、制御部22は、相関ピークが現れるタイミングへの振幅が徐々に小さくなること、即ち送信空中線16から受信空中線10に至る無線伝搬を繰り返すことに回り込みに係る遅延波が徐々に減衰していくことに着目し、当該無線伝搬路における信号減衰率を検出し、検出した信号減衰率と一致するよう帰還回路26における利得又は信号減衰量を制御する。位相については第3実施形態と同様である。これらによってやはり、回り込みに係る成分を補償することができる。

【0029】図11に、本実施形態における制御部22の動作手順を示す。この実施形態においては、ステップ100が実行された後、制御部22は $\tau0+\tau1+\tau2$ 及び振幅減衰率を、相関演算部20iの出力に基づき検出し(136)、その結果に応じ帰還回路26の遅延時間 τ や利得(若しくは減衰量)を設定する(138)。制御部22は、次に変数Nを0に初期化した上で、ステップ104~112から構成される位相漸増調整手順及びステップ114~122から構成される利得漸増調整手段を実行し、しかる後にステップ134を実行する。この手順において遅延時間 τ に係る漸増調整手順を設けていないのは、本実施形態のように繰り返し回り込む波(多重遅延波)を利用している場合、 $\tau0+\tau1+\tau2$ 、ひいては $\tau2$ を正確に検出できることによる。従って、本実施形態によれば、前述の第2実施形態に比べ、制御部22の動作手順が簡素になる。更に、その動作に要する時間も短縮される。

【0030】図12に、本発明の第4実施形態に係る中継放送機の構成を示す。この実施形態においては、可変減衰器18や遅延回路28を設けていない。これは、本実施形態で利用しているのが、マルチンボル受信期間ではなくOFDM波のスペクトラム分布であることによる。

【0031】本実施形態における回り込み検出部20は、受信増幅部12の出力を高速フーリエ変換FFT部

20jを用いて、受信した放送波即ちOFDM波におけるスペクトラム分布を検出する。OFDM波におけるスペクトラム分布は、理想的な状態即ち回り込みが生じていない状態では、図13(a)に示されるような一様な分布となる。しかしながら、実際には、送信空中線16から受信空中線10への回り込みが発生しているため、図13(b)に示されるような非一様性(リップル)が発生する。図13(b)に示されるスペクトラム分布において注目すべき点は、スペクトラム分布における信号強度の変化に規則性があること、即ちその周波数軸上での変動周期が $1/(\tau_0 + \tau_2)$ と一致していることである。これは、図12に示される系の伝達関数Hが次の式

$$\text{【数3】 } H = \alpha \cdot \exp(-j\omega\tau_0) / \{1 - \alpha \cdot \beta / \exp(-j\omega(\tau_0 + \tau_2))\}$$

但し、 α : 増幅系統の利得

β : 回り込みに係る減衰量

であらわされることによって理解されよう。

【0032】 回り込み検出部20を構成する遅延時間検出部201は、FFT部20jによって得られたスペクトラム分布に現れている信号強度変化の周期から $\tau_0 + \tau_2$ について τ_2 を検出し、その結果を制御部22に知らしめる。また、減衰率検出部20kは、図13(b)中の信号強度の最大値及び最小値を検出し両者の差を求め、その結果を、送信空中線16から受信空中線10に至る無線伝搬路における信号減衰率として制御部22に知らしめる。制御部22は、減衰率検出部20kや遅延時間検出部201の出力に基づいて、帰還回路26の特性を調整する。

【0033】 図14に、この実施形態における制御部22の動作手順を示す。この実施形態においては、まず、制御部22は、帰還回路26の減衰量を無限大に設定した状態で、回り込み検出部20特に遅延時間検出部201から $\tau_0 + \tau_2$ に関する情報を入力し(142)この値から既知の値である τ_0 を減じた値を帰還回路26の遅延時間 τ_0 として設定し(144)、更に帰還回路26の利得(若しくは減衰量)及び位相を初期設定する(146)。これ以降の手順は、前述の第3実施形態における手順と同様である。なお、本実施形態においても遅延時間 τ に係る漸増調整手順を実行していないが、これは、FFT部20jの出力を利用した分析によって、遅延時間 τ_2 を正確に検出できることによる。

【0034】 なお、以上の説明は、本発明の好適な実施形態の説明であって、本発明の実施形態がこれらの実施形態に限定される主旨ではない。例えば、前述の各実施形態において用いていたソフトスタート回路14bは、場合によっては削除することができる。更に、伝送帯域外信号の受信により調整を行うフィードフォワード型の低歪増幅器14cに代えて、他の種類の増幅器を用いるようにしても構わない。更に、図15に示されているよ

うに、受信増幅部12の出力(又はこれを可変減衰器18や遅延回路28を介して得られる放送波)中にヌルシンボルが現れていることをヌルシンボル検出器30によって検出し、この検出に応じて信号を再構成し放送波中にヌルシンボルを挿入するヌルシンボル挿入回路32を設けるようにすれば、回り込みを抑圧乃至補償する動作が安定化すると共に、図示しない他の中継放送機が回り込みの打ち消し残しの影響を受けることがなくなり、放送システム全体としてもより安定な動作が可能になる。加えて、本願では本発明を「中継放送機」に係る発明として述べていたが、本願の開示内容を参照した当業者にとっては、本発明を他のカテゴリ、例えば「回り込み解消方法」「放送システム」等として表現することは容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る中継放送機の構成を示すブロック図である。

【図2】 ソフトスタート回路及び低歪増幅器の構成を示すブロック図である。

【図3】 他の実施形態の変形例を示すブロック図である。

【図4】 他の実施形態の変形例を示すブロック図である。

【図5】 他の実施形態の変形例を示すブロック図である。

【図6】 本発明の第2実施形態に係る中継放送機の構成を示すブロック図である。

【図7】 この実施形態の動作原理を示すタイミングチャートである。

【図8】 この実施形態における制御部の動作手順を示すフローチャートである。

【図9】 本発明の第3実施形態に係る中継放送機の構成、特に回り込み検出部の構成を示すブロック図である。

【図10】 この実施形態の動作原理を示すタイミングチャートである。

【図11】 この実施形態における制御部の動作手順を示すフローチャートである。

【図12】 本発明の第4実施形態に係る中継放送機の構成を示すブロック図である。

【図13】 この実施形態の動作原理を示すスペクトラム分布図、特に(a)は回り込みが生じていない理想的な状態でのスペクトラム分布を、また(b)は回り込みが生じている状態でのスペクトラム分布を、それぞれ示す図である。

【図14】 この実施形態における制御部の動作手順を示すフローチャートである。

【図15】 本発明の各実施形態の変形例を示すブロック図である。

【図16】 OFDM方式を説明するための図である。

15

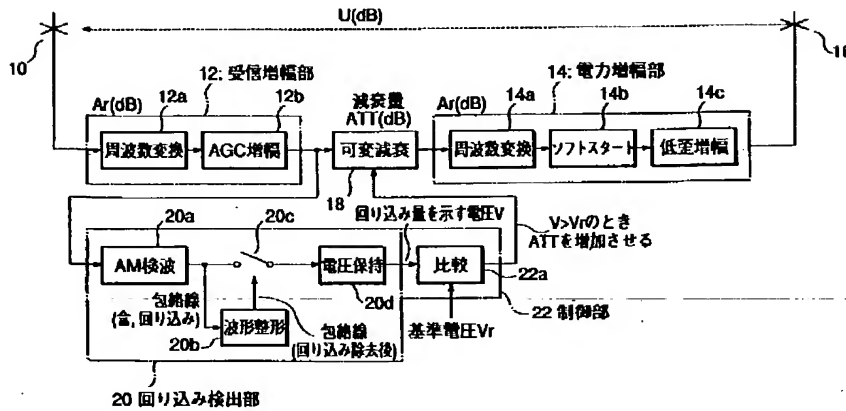
【図17】 一従来技術に係る中継放送機の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

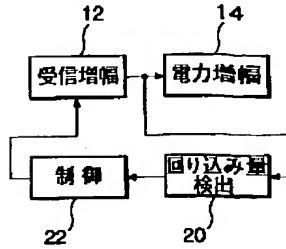
10 受信空中線、12 受信増幅部、14 電力増幅

部、14b ソフトスタート回路、14c 低歪増幅器、16 送信空中線、18 可変減衰器、20 回り込み検出部、22 制御部、26 帰還回路、28 遅延回路。

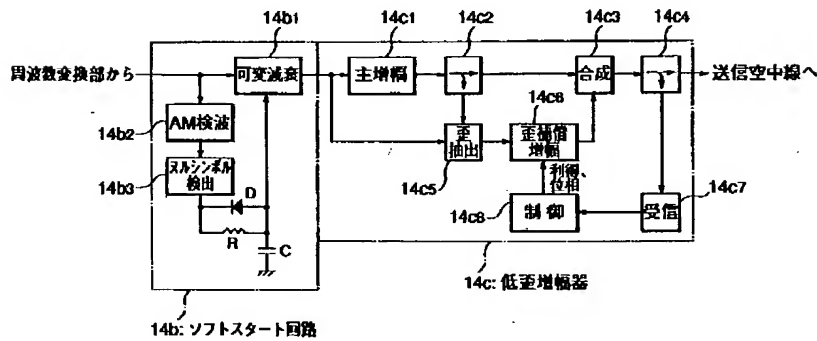
【図1】



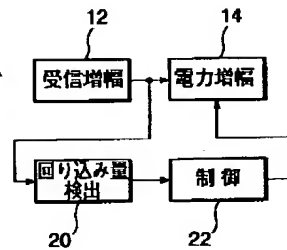
【図4】



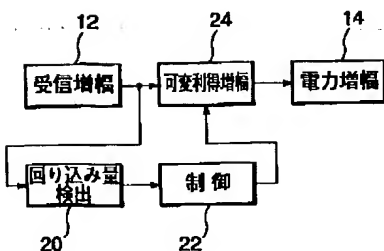
【図2】



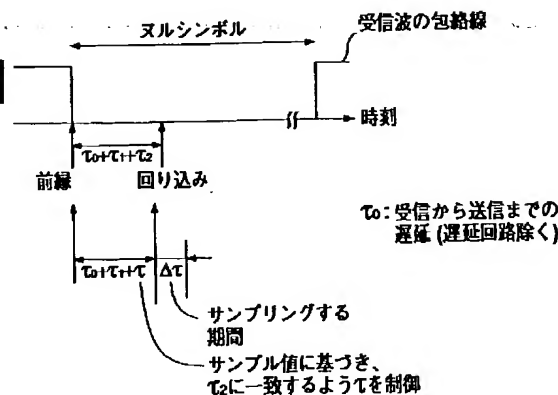
【図5】

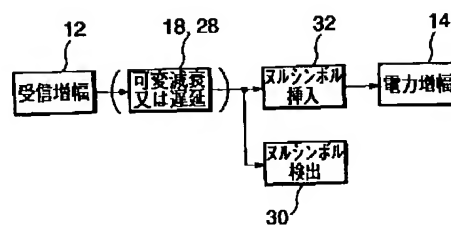
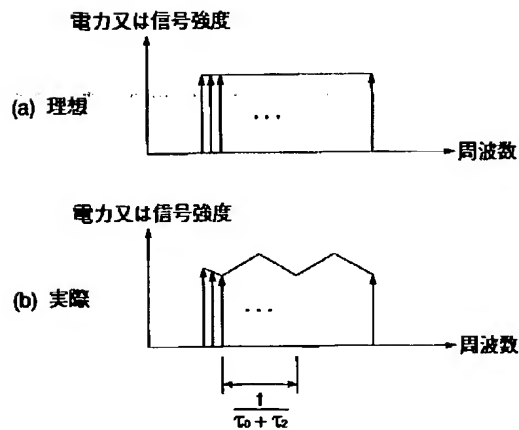
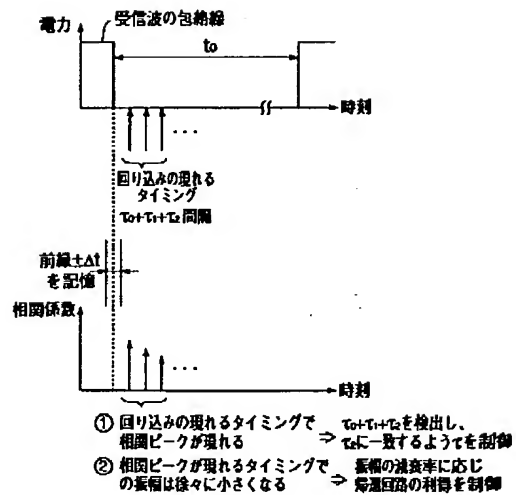
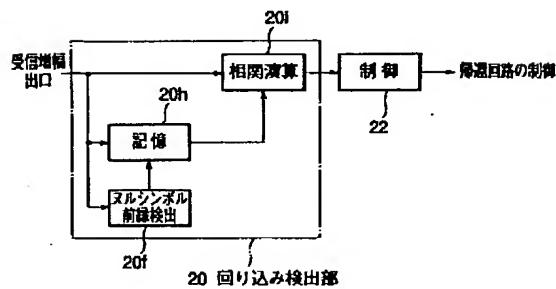
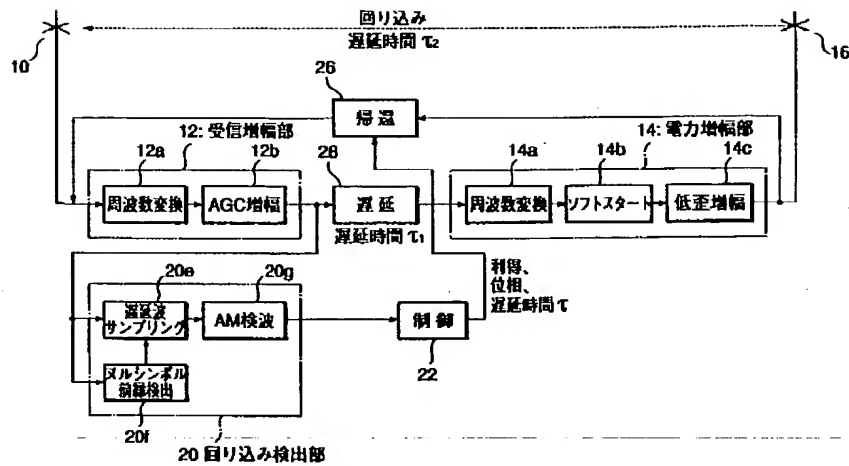


【図3】

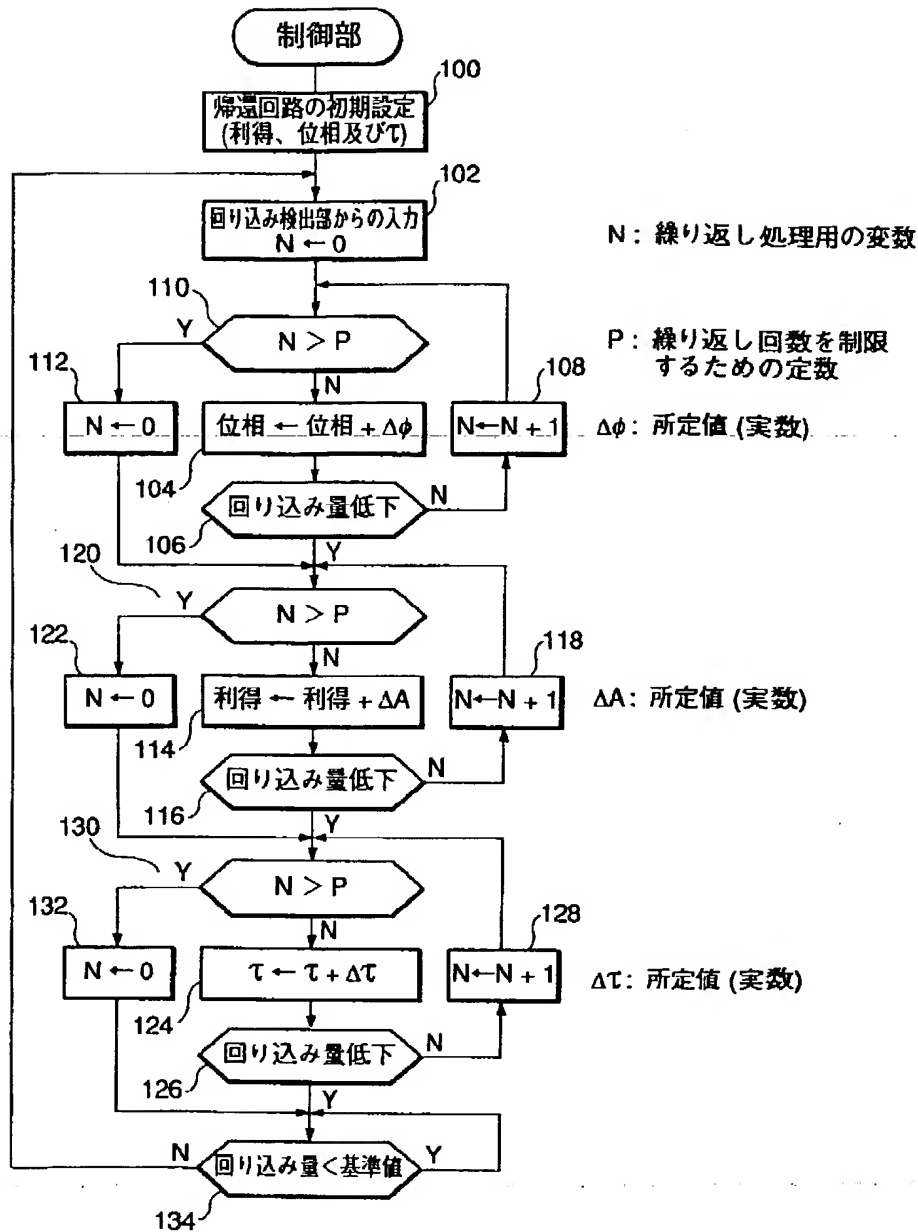


【図7】

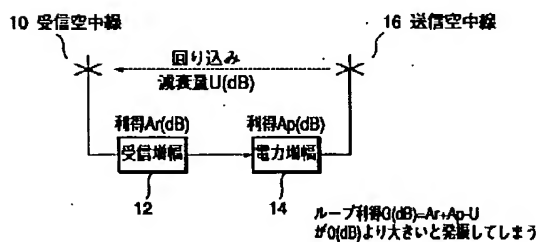




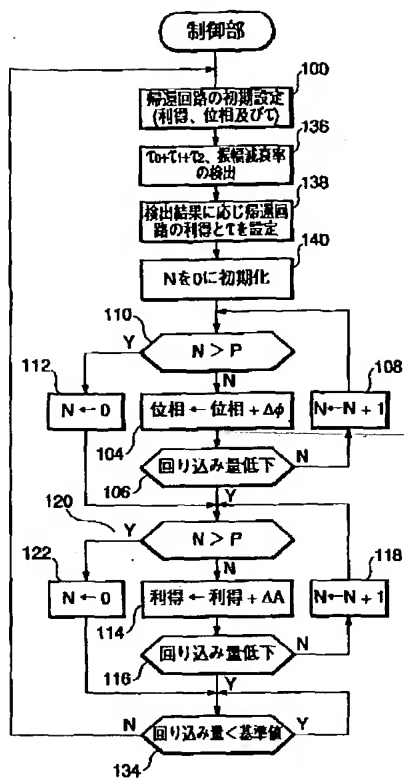
【図8】



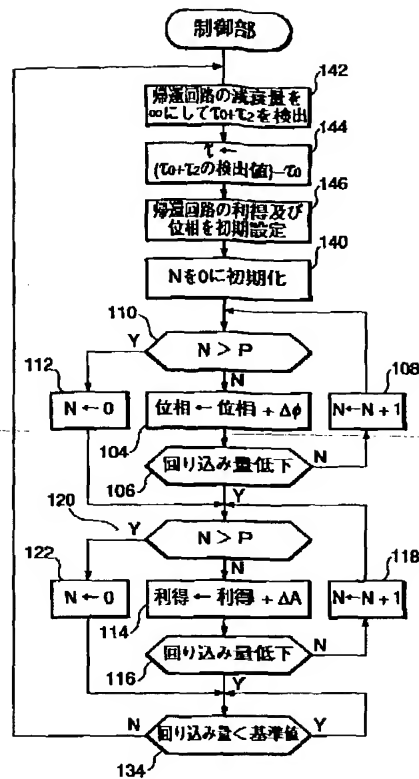
【図17】



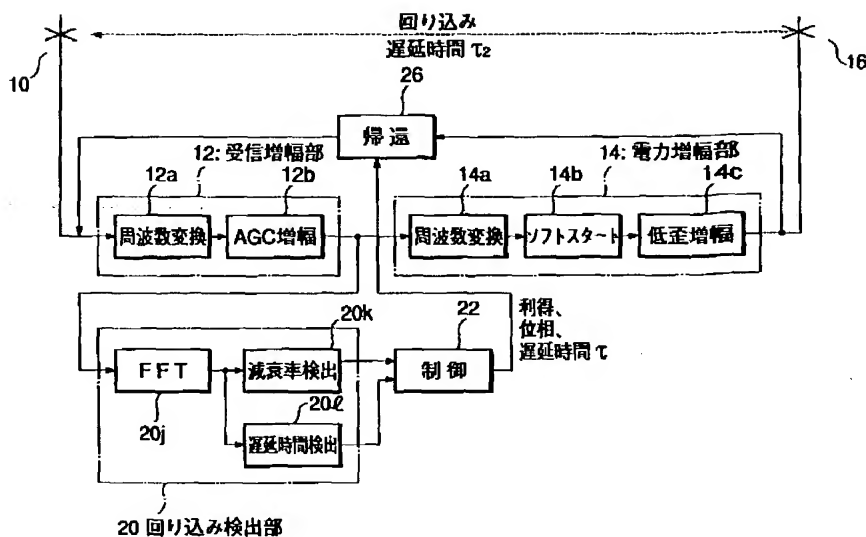
【図11】



【図14】



【図12】



【図16】

